

PENGARUH TEMPERATUR ANNEALING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO KOMPONEN *THRUST WASHER DIFFERENTIAL*

Wahyu Anhar¹, Patria Rachmawaty², Triana Nofika Dewi³

^{1,2} Program Studi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan

³ Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Email: wahyu.anhar@poltekba.ac.id

ABSTRACT

Annealing is a heat treatment process for the softening metallic materials, especially plain carbon steels. Based on case study was found that thrust washer differential on the dump truck unit-machine model CWB6BLLDN2 fell up failure. Failure of component was caused by impact of gear differential on differential case. The cracking of thrust washer was effected by the characteristic of materials which low resistance to impact load. Variation temperatures of annealing process are used by 825 °C, 875 °C, 925 °C, and 975 °C. Furthermore, cooling method that been used is cooling on furnace. Hardness test is used by Vickers hardness test with indentation load of 200 gf, and indentation time of 5 s. Cross section of microstructure is examined by optical microscope. Based on hardness test, the hardness is decrease by increasing of annealing temperature. Observation of microstructure shown changes on microstructure that been caused by increasing of annealing temperature.

Keywords: Annealing, Hardness, Microstructure, Thrust washer differential

PENDAHULUAN

Differential merupakan susunan mekanisme yang menyebabkan torsi dari *input shaft* dibagi menjadi 2 bagian gerak, melalui 2 *output shaft*. Mekanisme ini menyebabkan torsi yang keluar dari *final drive* disalurkan terhadap roda penggerak yang berotasi sama dalam satu poros, atau membagi torsi dari *gearbox* sehingga seakan-akan pada poros yang berbeda (membagi putaran roda penggerak) [1].

Berdasarkan studi kasus yang terjadi pada beberapa unit *dump truck-machine model CWB6BLLDN2*, ditemukan bahwa terjadi permasalahan pada *differential* unit tersebut. Permasalahan yang terjadi adalah pecahnya *thrust washer differential*. Bentuk pecahan komponen seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Bentuk patahan yang terjadi di beberapa *thrust washer differential* menunjukkan bahwa bentuk patahan tidak mengalami deformasi, dan arah beban tegak lurus terhadap permukaan patahan, sehingga dapat dikatakan komponen mengalami patahan getas [2].



Gambar 1. Bentuk pecahan *thrust washer differential*

Kegagalan komponen tersebut dikarenakan sifat material yang tidak tahan (tidak tangguh) terhadap

impact load (efek hantakan) dari *gear differential*. Peningkatan ketangguhan ditandai dengan peningkatan kekuatan dan keuletan [3]. Sifat ketangguhan dan keuletan suatu bahan dapat ditingkatkan dengan menurunkan kekerasan bahan. Proses *heat treatment* yang bertujuan untuk menurunkan kekerasan bahan logam, khususnya baja karbon adalah proses *annealing* [4]. Penelitian yang dilakukan [5-8] menunjukkan bahwa proses *annealing* yang dilakukan mampu meningkatkan kekuatan, dan keuletan bahan.



Gambar 2. Kerusakan di beberapa komponen utama *differential*.

Komponen *thrust washer differential* dalam penggunaannya berfungsi mencegah gesekan diantara komponen di dalam *differential case*. Komponen *thrust washer differential* diharapkan mengalami keausan sehingga komponen *gear* utama lainnya seperti *pinion gear*, dan *side gear* tidak mengalami keausan. Tetapi dalam kenyataannya komponen *thrust washer differential* tidak hanya mengalami gesekan tetapi terjadi juga *impact load* akibat hentakan *gear differential*. Dampak pecahan *thrust washer differential* menyebabkan komponen utama seperti *gear*, *input shaft*, dan bagian dalam *differential case* juga ikut mengalami kerusakan. Gambar 2 menunjukkan kerusakan pada beberapa komponen utama *differential*.

Berdasarkan studi kasus kegagalan pada *thrust washer differential* maka dapat dilakukan proses *annealing* yang dapat meningkatkan kualitas bahan komponen. Penggunaan variasi temperatur dalam proses *annealing* terhadap kekerasan dan struktur mikro pada *thrust washer differential* akan dianalisa.

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komponen *thrust washer differential* yang digunakan pada unit *dump truck-machine model CWB6BLLDN2*.

Proses Annealing

Proses *annealing* yang dilakukan menggunakan variasi temperatur sebesar 825 °C, 875 °C, 925 °C, dan 975 °C. Proses *annealing* menggunakan tungku pemanas milik Laboratorium Bahan Teknik D3 Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan pengujian kekerasan metode *Vickers*. Besar beban indentasi adalah 200 gf dengan waktu indentasi selama 5 detik. Pengujian kekerasan dilakukan terhadap komponen *thrust washer differential* tanpa dilakukan *annealing*, dan sesudah *annealing*. Pengujian kekerasan menggunakan alat pengujian kekerasan *Vickers* milik Laboratorium Bahan Teknik D3 Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta. Pengujian kekerasan dilakukan terhadap potongan melintang komponen *thrust washer differential*, sehingga dapat diketahui kekerasan dipermukaan hingga ke bagian dalam komponen. Sebelum dilakukan pengujian kekerasan, permukaan potongan melintang dilakukan pemolesan terlebih dahulu hingga halus.

Pengamatan Struktur Mikro

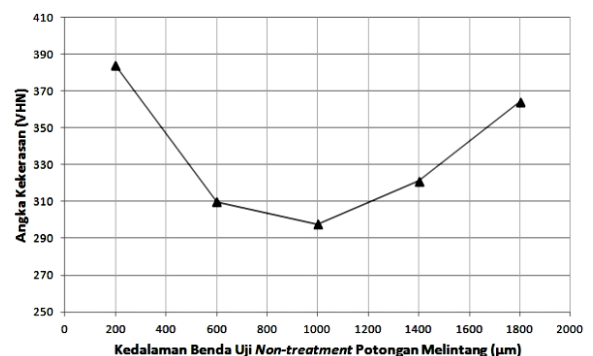
Pengamatan struktur mikro dilakukan terhadap komponen tanpa proses *annealing*, dan setelah dilakukan *annealing*. Pengamatan struktur mikro menggunakan *Inverted Microscope* milik Laboratorium Bahan Teknik D3 Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta. Pengamatan struktur mikro dilakukan terhadap potongan

melintang komponen *thrust washer differential*. Permukaan potongan melintang diberikan etsa terlebih dahulu sebelum dilakukan pengamatan struktur mikro.

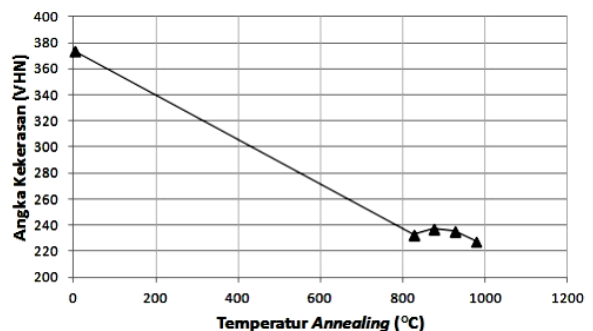
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kekerasan

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kekerasan komponen *thrust washer differential* tanpa proses *annealing (non-treatment)*. Hasil uji kekerasan komponen *non-treatment* menunjukkan kekerasan di permukaan komponen lebih tinggi daripada kekerasan di bagian dalam. Hal ini menunjukkan bahwa komponen telah mengalami *case hardening*. Kekerasan dipermukaan yang lebih tinggi merupakan awalan retakan akibat *impact load* dari *gear differential*. Retakan secara cepat merambat, sehingga bagian yang patah tidak sempat mengalami deformasi.



Gambar 3. Angka kekerasan pada kedalaman benda uji *non-treatment* potongan melintang



Gambar 4. Pengaruh temperatur *annealing* terhadap kekerasan di bagian permukaan

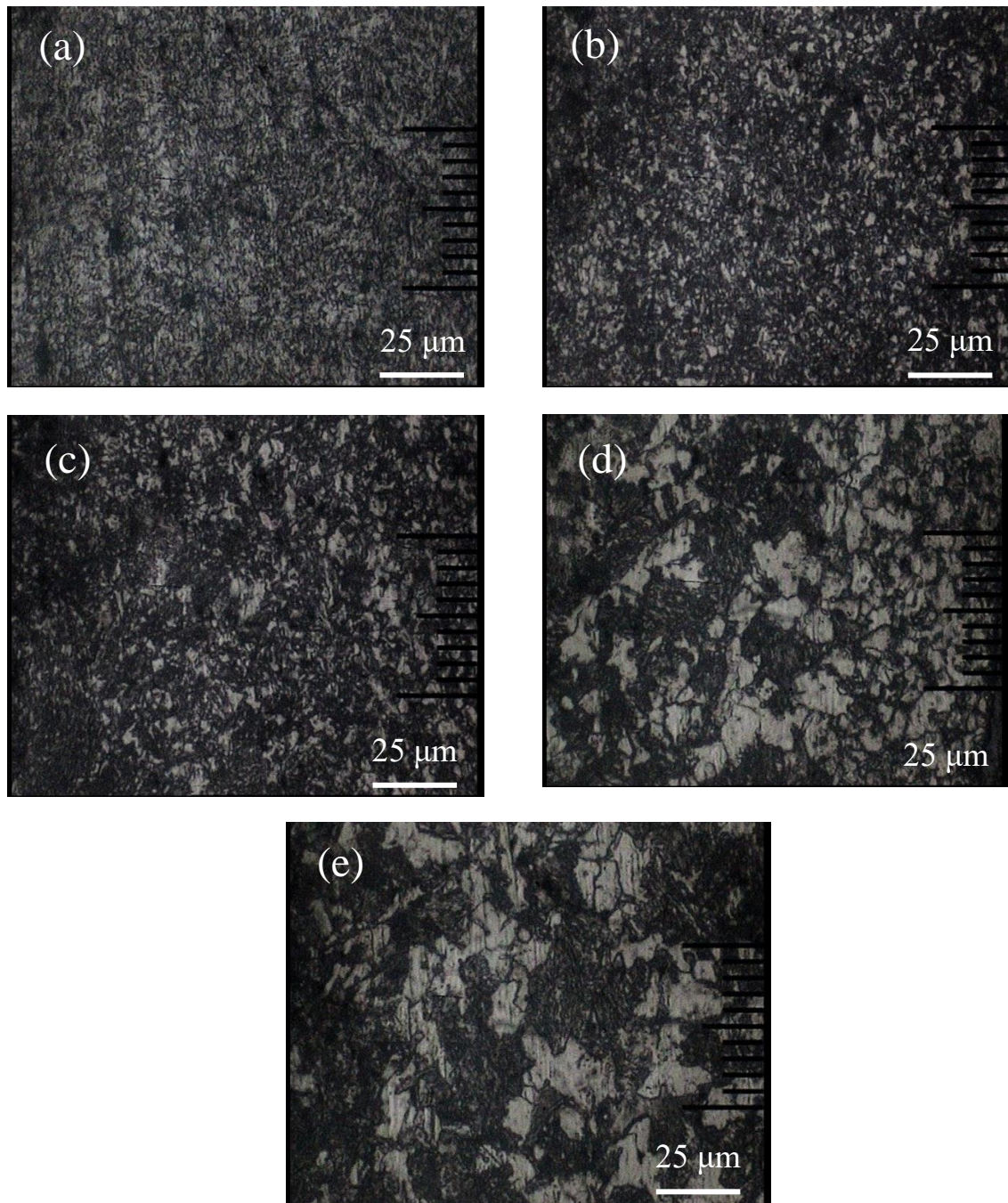
Pengaruh temperatur *annealing* terhadap angka kekerasan di bagian permukaan seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Penambahan temperatur *annealing* menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan di bagian permukaan. Kekerasan permukaan *non-treatment* sebesar 374 HVN turun menjadi 228,1 HVN. Terjadinya penurunan kekerasan menyebabkan ketahanan aus komponen *thrust washer differential* akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan kekerasan linier dengan ketahanan aus, dimana kenaikan kekerasan juga berdampak terhadap kenaikan ketahanan aus [9]. Tetapi dengan penurunan

kekerasan juga diikuti dengan peningkatan ketangguhan. Oleh karena itu, perubahan sifat tersebut tidak hanya menyebabkan komponen tahan gesekan tetapi juga tahan terhadap *impack load*.

Pengamatan Struktur Mikro

Hasil pengamatan struktur mikro terhadap perubahan temperatur *annealing* ditunjukkan dalam Gambar 5(a) hingga (e). Fasa yang terbentuk dalam Gambar 5(a) untuk komponen *thrust washer differential* adalah ferit proeutektoid (putih), dan perlit (gelap). Struktur mikro komponen *thrust washer differential* mengalami perubahan seiring dengan

penambahan temperatur *annealing*, seperti ditunjukkan dalam Gambar 5(b) hingga (e). Gambar 5(b) hingga (c) menunjukkan bahwa struktur mikro mengalami rekristalisasi. Butiran akibat rekristalisasi mengalami pertumbuhan ditandai dengan perubahan ukuran butiran seperti dalam Gambar 5(d) hingga (e). Perubahan struktur mikro sesuai dengan perubahan kekerasan yang terjadi pada komponen *thrust washer differential*. Struktur mikro *thrust washer differential* yang mengalami rekristalisasi hingga pertumbuhan butiran menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan.



Gambar 5. Struktur mikro *non-treatment* (a) dan setelah dilakukan *annealing* pada temperatur 825 °C (b), 875 °C (c), 925 °C (d), 975 °C (e)

KESIMPULAN

Terjadi kegagalan komponen *thrust washer differential* pada unit *dump truck-machine model CWB6BLLDN2*. Berdasarkan analisa patahan diketahui bahwa komponen mengalami patahan getas yang diakibatkan *impack load gear differential*.

Hasil pengujian kekerasan potongan melintang komponen *non-treatment* menunjukkan permukaan komponen memiliki kekerasan yang tinggi. Karakteristik yang dimiliki komponen menyebabkan tidak tahan terhadap *impack load*.

Proses *annealing* terhadap komponen *thrust washer differential* mampu menurunkan kekerasan permukaan. Kekerasan permukaan menurun seiring dengan penambahan waktu *annealing*. Penurunan kekerasan disebabkan terjadinya perubahan struktur mikro. Penambahan waktu *annealing* menyebabkan struktur mikro mengalami rekristalisasi, yang akhirnya terjadi pertumbuhan butiran rekristalisasi.

Penurunan kekerasan permukaan komponen *thrust washer differential* akan meningkatkan ketangguhan. Perubahan karakteristik permukaan tersebut tidak hanya menyebabkan komponen tahan gesekan tetapi juga tahan terhadap *impack load*.

SARAN

Perlu dilakukan pengujian *impack* terhadap komponen *thrust washer differential* tanpa *annealing*, dan setelah dilakukan *annealing*. Pengujian *impack* untuk memastikan perubahan sifat (ketangguhan) komponen *thrust washer differential* terhadap *impack load*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat dana penelitian yang bersumber dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Genta, G. dan Morello, L., 2009, "Differentials and Final Drives", *The Automotive Chassis*, Springer Science+Business Media B.V., hal. 505-531.
- [2] ASM Handbook, 2002, "Failure Analysis and Prevention", vol. 11, USA: ASM International, hal. 1163.
- [3] Callister, W. D., 2001, "Mechanical Properties", *Fundamentals of Materials Science and Engineering An Interactive E-Text*, W. Anderson, Ed., edisi kelima. USA: John Wiley & Sons Inc., hal. 167.
- [4] ASM Handbook, 1991, "Heat Treating", vol. 4, USA: ASM International, hal. 102.
- [5] Purcek, G., Saray, O., Karaman, I., dan Maier, H. J., Juni 2014, "High strength and high ductility of ultrafine-grained, interstitial-free steel produced by ECAP and annealing", *Metallurgical and Materials Transactions A*, vol. 43A, hal. 1884-1894.
- [6] Zhang, X., Qin, B., Du, W., dan Wu, D., September 2014, "Effect of cold-rolled annealing processes on microstructure and properties of ultra-pure ferritic stainless steel", *Baosteel Technical Research*, vol. 8, hal. 27-34.
- [7] Lee, S. dan Cooman, B. C. D., Oktober 2014, "Effect of the intercritical annealing temperature on the mechanical properties of 10 pct Mn multi-phase steel", *Metallurgical and Materials Transactions A*, vol. 45A, hal. 5009-5016.
- [8] Farahat, A. I. Z. dan Mohamed, M. I., Januari 2015, "Thermomechanical processing of Fe-6.9Al-2Cr-0.88C steel: intercritical annealing followed by quench tempering", *Metallurgical and Materials Transactions A*, vol. 46A, hal. 199-204.
- [9] ASM Handbook, 1992, Friction, Lubrication, and Wear Technology, vol. 18, USA: ASM International, hal. 341.